

## La política científica cubana y el desarrollo reciente de la biotecnología



### Cuban scientific policia and the recent development of biotechnology

### A política científica cubana e o recente desenvolvimento da biotecnologia

Medina Borges, Rosa María; Garrido Céspedes, Jorge Laureano

Rosa María Medina Borges

rmm@infomed.sld.cu

Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba

Jorge Laureano Garrido Céspedes

Jorge.garrido@infomed.sld.cu

Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba

Ciencia, Tecnología y Política

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

ISSN: 2618-2483

Periodicidad: Semestral

vol. 5, núm. 9, e085, 2022

revista.ctyp@presi.unlp.edu.ar

Recepción: 24 Abril 2022

Aprobación: 03 Octubre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/214/2143564008/>

DOI: <https://doi.org/10.24215/26183188e085>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

**Resumen:** Se analiza cómo Cuba ha logrado -en algo más de seis décadas- pasar de ser uno de los países con menos desarrollo científico-tecnológico de Latinoamérica a convertirse en una potencia médica y biotecnológica del sur global. Se da cuenta de los principales hitos históricos de la institucionalidad científica cubana, del impacto que tuvo la Revolución en el progreso científico del país y se discute el desarrollo reciente de la biotecnología en Cuba, particularmente como consecuencia de la pandemia de COVID-19. Finalmente se discuten los desafíos que se presentan a la política científica cubana, las propuestas que actualmente se debaten y las medidas que están en marcha para enfrentarlos.

**Palabras clave:** política científica cubana, biotecnología cubana, gestión de gobierno para la innovación.

**Abstract:** This article analyzes how Cuba has managed -in just over six decades- to go from being one of the countries with the least scientific-technological development in Latin America to becoming a medical and biotechnological power in the Global South. It gives an account of the main historical milestones of Cuban scientific institutions, of the impact that the Revolution had on the country's scientific progress, and discusses the recent development of biotechnology in Cuba, particularly as a consequence of the COVID-19 pandemic. Finally, the challenges presented to Cuban scientific policy, the proposals that are currently being debated and the measures that are in place to face them are discussed.

**Keywords:** Cuban science policy, Cuban biotechnology, governance for innovation.

**Resumo:** Analisamos como Cuba conseguiu -em pouco mais de seis décadas- deixar de ser um dos países com menos desenvolvimento científico-tecnológico da América Latina a uma potência médica e biotecnológica no sul global. Relatamos os principais marcos históricos das instituições científicas cubanas, o impacto que a Revolução teve no progresso científico do país e discutimos o desenvolvimento recente da biotecnologia em Cuba, particularmente como consequência da pandemia de COVID-19. Finalmente, discutiremos os desafios apresentados

à política científica cubana, as medidas que estão em vigor para enfrentá-los e as propostas que estão sendo debatidas atualmente.

**Palavras-chave:** Política científica cubana, biotecnologia cubana, gestão de governo para a inovação.

## INTRODUCCIÓN

Se dispone de escasas contribuciones históricas, sociológicas o epistemológicas sobre la ciencia cubana, reflejo del limitado espacio de dichos temas en programas de grado y posgrado, así como en proyectos de investigación (Nuñez, 2018). El crecimiento de los mencionados estudios podría aportar a la comprensión de logros y carencias de las prácticas científicas y tecnológicas cubanas y la consiguiente búsqueda de alternativas a la limitada utilización del potencial académico y profesional.

El enfoque crítico utilizado en el presente artículo tiene como base la argumentación martiana acerca de la crítica como arma para el mejoramiento social y humano: “*Criticar no es morder, ni tenacear, ni clavar en la áspera picota, no es consagrarse impiamente a escudriñar con miradas avaras en la obra bella, los lunares y manchas que la afean; es señalar con noble intento el lunar negro, y desvanecer con mano piadosa la sombra que oscurece la obra bella. Criticar es amar*” (Martí, 1991, p.38).

En el presente artículo se argumentan logros, pero también limitaciones y desafíos para las ciencias de la isla con la consiguiente aproximación a un tema en constante ebullición. La actualización de la política científica acontece en un momento muy difícil para el país en cuanto a las posibilidades de inserción internacional de su economía, unido a los complejos ecos domésticos de las dinámicas internacionales postpandemia.

## LA POLÍTICA CIENTÍFICA TRAS EL TRIUNFO DE LA REVOLUCIÓN CUBANA

Cuba, como la mayoría de los países de América Latina, fue una colonia española, para luego depender de los Estados Unidos de América. Hacia los años cincuenta del siglo XX, el cambio en la situación del país tuvo ecos iniciales con el ataque en 1953 a dos cuarteles militares de la dictadura que gobernaba el país, realizado por un grupo de jóvenes liderados por Fidel Castro. En su auto alegato de defensa durante el juicio político (Castro, 1993), se encuentra el manifiesto programático de la revolución, y dentro de ello la simiente del futuro desarrollo de las investigaciones biomédicas y del desarrollo de la salud pública cubana.

La política científico-tecnológica y la institucionalización de la ciencia en Cuba, tras el triunfo revolucionario de 1959, ha logrado -en algo más de seis décadas- convertir a uno de los países con menos desarrollo científico de la región latinoamericana, en potencia médica y biotecnológica.

Su complejo proceso de desarrollo puede ser estudiado con enfoque histórico-lógico, a partir de las etapas propuestas por Lage (2018a), las cuales a su juicio poseen líneas discontinuas. Además, se pueden analizar como capas que se superponen, según el prisma de valoración, desde una cronología movable -pero válida-, ya que la sociedad no es algo estático que admita un estudio lineal. Las etapas son:

- Etapa 1960-1980: *La construcción del capital humano y la creación de una institucionalidad para la ciencia cubana*. Se transitó -de manera acelerada- desde la campaña de alfabetización hasta la formación en el exterior de cientos de jóvenes científicos, pues Cuba no contaba con el nivel de postgrado desarrollado para ello. Un hito fundamental se encuentra en la celebración del primer congreso del Partido Comunista de Cuba en cuyo informe central se reseñaba la creación de más de cien unidades de investigación integradas en los institutos de la Academia de Ciencias de Cuba, las universidades y otros organismos; así como la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Técnica encargado de adecuar los planes de investigaciones al desarrollo socio económico y cultural del país

(PCC, 1975). La creación de un sistema nacional de salud (SNS) brindó por primera vez cobertura a toda la población. También se impulsó el desarrollo de la docencia médica.

- Etapa 1970-1990. *La integración con la URSS y los países socialistas de Europa*. La estructura del sistema de ciencia y tecnología en programas y proyectos reflejó las metodologías del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), donde se acataban las pautas trazadas por la URSS. Si bien hubo logros, el avance de la ciencia en el marco de ayuda y colaboración entre países socialistas, no significó un desarrollo científico integral para Cuba. El país -en general- contribuía con la integración económica, en base a productos primarios o materias primas (en lo fundamental azúcar y níquel, así como otros productos agrícolas como café y tabaco). Y recibía el combustible, las maquinarias agrícolas, medicamentos y otros productos industriales. El desarrollo obtenido en la industria farmacéutica y en los pilares de la biotecnología se debieron (en general) a esfuerzos propios fuera del marco fundamental de intercambio.
- Etapa 1980-2000: *La construcción del sector biotecnológico y las bases institucionales de la conexión de la ciencia con la economía*. La primera organización de investigación-producción para la biotecnología en Cuba, se inauguró en 1981: un pequeño Centro de Investigaciones Biológicas. A partir de ahí, más de veinte organizaciones se articularon en el Polo Científico del Oeste de La Habana mediante el concepto de *ciclo completo* con la inclusión de la investigación científica, el desarrollo de productos, la fabricación y su comercialización. El rasgo más característico de esta etapa fueron las inversiones realizadas por el Estado cubano.
- Etapa 1991-2010. *El Período Especial y sus consecuencias para las ciencias en Cuba*. El Período Especial resulta de una combinación de factores negativos sufridos por la sociedad cubana, derivados de la desaparición del campo socialista y el recrudescimiento del bloqueo estadounidense en las esferas económica, comercial, financiera (política que se acrecienta hasta hoy), que busca el aislamiento internacional y el colapso de la Revolución. Ello ha afectado el desarrollo científico en cuanto a indicadores de volumen y productividad de la actividad científica. Una parte no despreciable de profesionales emigró al exterior o a otras actividades más rentables para el ingreso personal, que iban desde el turismo hasta la pequeña propiedad privada o actividades económicas informales.
- Etapa 2010-actualidad. *Los debates sobre las funciones de la ciencia en el modelo económico cubano*. En esta etapa se expresa una búsqueda de oportunidades para la articulación eficaz de las investigaciones con los ciclos productivos y de comercialización. En el 2012 surgió BioCubaFarma como institución que integra los centros de investigación del Polo Científico con la industria farmacéutica. El desafío que se presenta en la actualidad, es motivo de intensos debates. Estos están centrados en cómo desarrollar una economía socialista en un país pequeño que no dispone de recursos naturales estratégicos como petróleo y minerales, que ha sido sometido a un brutal e injusto bloqueo estadounidense de más de 60 años, y que arrastra un retraso tecnológico como secuela del Período Especial (recién en 2007 el país volvió a tener un PBI similar al de 1990).

Esta última etapa contempla dos periodos que se superponen: el que va de 2010 a 2019 y el que incluye del 2020 a la actualidad. Este está caracterizado por el impulso vertiginoso que imprimió la pandemia de la COVID-19 al desarrollo biotecnológico y a la producción de vacunas. En este periodo se han obtenido relevantes resultados con cinco candidatos vacunales y su posterior aprobación por la autoridad reguladora nacional como vacunas: Soberana 01, Soberana 02, Soberana Plus, Mambisa y Abdala. En este marco, a partir del 2020 se ha realizado una actualización de la política científica como vía para la consolidación de Cuba en el ámbito científico y tecnológico internacional.

## EL DESARROLLO RECIENTE DE LA BIOTECNOLOGÍA EN CUBA

Para tener un panorama del papel de la biotecnología en el total de exportaciones cubanas se utilizaron datos parciales identificados por diversos autores y datos oficiales<sup>1</sup>. Estos últimos no incluyen cifras desagregadas de las exportaciones de productos medicinales y farmacéuticos ni tampoco de otros productos biotecnológicos.

El informe de la CEPAL sobre América Latina y el Caribe (2020) incluye para el caso de Cuba tablas con estadísticas sobre el PIB total y sectorial, pero no se especifica el sector de la industria biotecnológica, pues solo aparecen sectores tradicionales como la industria manufacturera. En el epígrafe acerca de la política fiscal aparece mencionado que, en 2018, el 48% de las exportaciones totales cubanas se vincularon con la salud humana, desglosadas en servicios médicos (6.400 millones de dólares) y productos farmacéuticos (400 millones de dólares). Los servicios médicos crecieron en el 2020 con más de 53 brigadas médicas en cerca de 32 países, como apoyo a la contención de la pandemia. El Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) recibió la solicitud de más de 45 países para obtener el interferón alfa 2b humano recombinante, para incluirlo en los protocolos de tratamiento del COVID-19 en muchos países.

Un estudio del Banco Central de Cuba (2021) presenta los indicadores económicos en el 2020 sin especificar el sector de la industria biotecnológica, ya que en el área industrial aparece solo la industria manufacturera. Acerca de la biotecnología sólo se señala que para 2021 debía crecer. Lage (2018b) señala que, aunque el PIB de la economía cubana ya superó el nivel de 1991 (momento de la desaparición del campo socialista), los indicadores principales de volumen e impacto social de la actividad científica no se han recuperado del todo. Los gastos en ciencia y tecnología en los últimos años han estado creciendo hasta alcanzar 0,7% del PIB en 2015, pero ese crecimiento ha sido lento y no llega al nivel de los países más innovadores. Se mantiene, incluso, por debajo del de varios países de América Latina. En el año 2019 la cifra fue de un 0,6% (Grupo para la implementación de la Agenda 2030, 2021, p.76).

BioCubaFarma posee actualmente 101 proyectos de biotecnología, el 63% de los cuales se concentra en cáncer y enfermedades del cerebro, autoinmunes y antiinflamatorias. Existen también veinte productos que tienen un mecanismo de acción novedoso a nivel mundial. Posee 2400 registros de patentes a nivel internacional (Pérez Rodríguez, en Alonso *et al.*, 2021). Otra referencia indica que en 2019 dicha organización empresarial logró exportar 300 productos a 43 países, única entidad cubana que alcanza esos volúmenes (Fariñas y Vázquez, 2020). BioCubaFarma cuenta con 32 empresas, 65 unidades empresariales, 80 líneas de producción y 21 unidades científicas (BioCubafarma, 2021).

Estos desarrollos se ven permanentemente erosionados, por un lado, por las consecuencias del bloqueo estadounidense que limita las adquisiciones de materias primas e insumos. Por otro lado, por el monopolio que ejerce el complejo médico industrial farmacéutico financiero sobre el sector, a nivel global. La combinación de estos factores externos tan desfavorables con las limitaciones propias de la economía cubana afecta el dinamismo y la capacidad de inserción internacional de la biotecnología cubana y de otras áreas de la ciencia.

En lo que se refiere a estudios prospectivos sobre el papel de la industria biotecnológica en la economía cubana, existen pocas publicaciones al respecto (García y Lezcano, 2016). Mauri y Romero (2013) analizan la orientación estratégica a desarrollar para el sostenimiento del liderazgo de la industria biotecnológica de Cuba. En este trabajo se definen 18 variables, nueve internas y nueve externas, se analizan las interacciones entre ellas y se seleccionan las variables claves para el sistema. En las conclusiones, se resalta la importancia de modelar la proyección estratégica y atender los aspectos relacionados con la competitividad, que ubiquen a la industria biotecnológica cubana (IBC) en espacios de futuro y sostenibilidad, lo cual permitirá reducir riesgos e impactos negativos en su futuro.

En resumen, se coincide con Grobart (2017) acerca de la necesidad del seguimiento permanente, sistemático y organizado de estudios prospectivos intervencionales y su incorporación como eslabón primario a las visiones estratégicas a largo plazo.

En cuanto a la colaboración internacional en el ámbito científico, los intercambios de la industria biofarmacéutica cubana han sido significativamente mayores con instituciones de habla hispana como la Universidad de Barcelona, la Universidad Nacional Autónoma de México y varias universidades argentinas. Con estas instituciones se han mantenido alrededor de 350 vínculos. BioCubaFarma registró, en 2015, 205 investigaciones con diversas instituciones estadounidenses (Guzmán *et al.*, 2016). Por su parte, López (2020) destaca la experiencia del Centro Argentino-Cubano de Biotecnología Aplicada al Desarrollo de Vacunas y Fármacos (vigente entre 2009-2015). A decir de Lage (2018b), la colaboración internacional debe basarse en un programa estratégico y no en una colección de oportunidades puntuales.

Finalmente, en los años 2020 y 2021, varios biofármacos en fase de desarrollo fueron reposicionados para su utilización en los protocolos de atención de la COVID-19. Tal es el caso del Nasalferon, la Biomodulina T y el Hebertrans, que han sido utilizados para la prevención de la infección por el virus SARS-CoV-2 en grupos de riesgo. Heberon y Heberferon fueron administrados como tratamientos antivirales, mientras que Jusvinza e Itolizumab se usan para detener la reacción hiperinflamatoria. Estos productos han contribuido a la disminución de pacientes graves y críticos. La carpeta de proyectos incluye otros productos biológicos antivirales e inmunomoduladores, juegos de reactivos para diagnóstico, productos de origen natural y equipos médicos como los ventiladores pulmonares (Martínez *et al.*, 2020).

## DESAFÍOS Y ACTUALIZACIONES DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA CUBANA.

Las directrices del desarrollo científico-tecnológico cubano se refuerzan en la reforma constitucional realizada entre 2018-2019 (Prieto, 2020). La Constitución, en su capítulo económico, incluye por vez primera una referencia a las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) como elementos imprescindibles del desarrollo económico y social del país. Allí se reconoce la necesidad de implementar un marco institucional y regulatorio que propicie los vínculos entre los resultados de la actividad de investigación y los procesos productivos y de servicios. Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hacia el 2030 identifica las actividades de CTI como eje estratégico y fuerza motriz del desarrollo nacional (Rodríguez y Nuñez, 2021).

Nuñez (2018) plantea que la intersectorialidad de las políticas es tan difícil de lograr como la interdisciplinariedad epistémica o cualquier otro objetivo que suponga articular capacidades cognitivas y voluntades institucionales, ya que las políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) no constituyen un asunto solo de los científicos, del gobierno o de un ministerio en particular. Por otro lado, las PCTI deben ser territorializadas, es decir, ajustadas a las características de las localidades.

En cuanto a la política de innovación tecnológica, entre los desafíos que se presentan se destacan actuar sobre las estructuras burocratizadas que pudieran entorpecer en ocasiones la iniciativa y flexibilidad en la gestión científica. Por otro lado, acortar el tiempo entre el logro de un resultado relevante y su implementación productiva. Asimismo, mejorar de embalajes, publicidad y estudios de mercado para productos exclusivos. Los aspectos antes mencionados han sido, en buena medida, corregidos en la práctica durante la pandemia de la COVID-19, gracias a las alianzas estratégicas y la cooperación que han sostenido las instituciones científicas, las universidades y el sistema empresarial de BioCubaFarma. El reto está en elevarlo a un sistema de trabajo consolidado en la etapa post pandemia.

En lo que respecta a recursos humanos calificados, una política al respecto requerirá de investigaciones profundas acerca de cómo revertir el éxodo de profesionales hacia otros sectores dentro del propio país o hacia el exterior, generando mejoras económicas y laborales para estos recursos y las actividades que los incluyen. Para ello, las conexiones de los centros de investigación con las universidades y las empresas deberán basarse en nuevas formas organizacionales más horizontales y flexibles.

La soberanía tecnológica es un objetivo central de la política cubana (Gamboa *et al.*, 2020) y para su consolidación se debe aprovechar la gran capacidad institucional instalada y la especialización de sus recursos

humanos que permite adaptar y desarrollar la industria biotecnológica cubana hacia productos líderes contra nuevas enfermedades, con la consiguiente respuesta efectiva a cualquier situación de salud que se presente.

Si se revisan los resultados de la ciencia cubana a través de las publicaciones en revistas arbitradas (Castellanos *et al.*, 2018), se puede constatar que en 2018 Cuba se encontraba en el lugar doce, por debajo de grandes productores de artículos científicos de la región, como Brasil, Argentina, México, Chile, Venezuela o Colombia. Las ciencias de la salud y la medicina producían más del 50% del total de publicaciones del país (cifra que presumiblemente creció durante la pandemia de la COVID-19). Las dificultades para acceder a sitios especializados de internet, la falta de competencias informacionales, así como el limitado dominio del idioma inglés en algunos segmentos de la comunidad científica cubana no permiten un crecimiento más elevado de las publicaciones. Una parte de las actividades científicas y tecnológicas que se desarrollan no genera material publicable en revistas arbitradas. La anterior afirmación no demerita que en el sector biotecnológico entre 1980 y 2020 Cuba colaboró en publicaciones con 87 países, entre ellos EE.UU. (68 publicaciones), el Reino Unido (58), Argentina (38), Brasil (37), España (37) y México (24) (Cuevas y Chávez, 2021).

Un desafío impostergable radica en lograr que otras ramas de la ciencia se desarrollen al mismo nivel que la biotecnología, pues el potencial humano calificado existe en las áreas de la física, química, matemática, entre otras disciplinas, que trabajaron de conjunto con los equipos de los centros de investigación de BioCubafarma durante la pandemia. También existe un capital profesional en áreas como la agricultura, la energía, el medio ambiente y las humanidades, por mencionar algunas.

Como señalan Pérez *et al.* (2018) el desarrollo de la biotecnología se hizo posible gracias a la voluntad política que dio como resultado tanto la generación de nuevos conocimientos como el dominio de la tecnología para su concreción en el campo de la biomedicina. Sin embargo, en otras ramas, los procesos de creación, dominio y aplicación del conocimiento se encuentran bastante desarticulados, principalmente por la ausencia de una infraestructura institucional que lo garantice.

Muchos de los mencionados desafíos tendrán posibles soluciones a partir de una gestión de gobierno orientada a la innovación (Díaz-Canel y Delgado, 2021). Entre las decisiones tomadas está el marco jurídico que regulará las actualizaciones de la política científica. Las normas de mayor jerarquía que, se espera, conducirán los cambios en la política científica son el *Decreto-Ley 7/2020 del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación* (que contempla la multiplicidad de actores económicos y su relevancia en el fomento de las capacidades tecnológicas y científicas del país), el *Decreto Ley 28/2021* (referido a la organización y funcionamiento del Consejo Técnico Asesor para la ciencia y la tecnología), el *Acuerdo 156/2021 del Consejo de Estado* (sobre la creación del Consejo Nacional de Innovación). De estas directrices se derivan, a su vez, otras normas jurídicas específicas (Rodríguez y Núñez, 2021).

## CONCLUSIONES

La Revolución Cubana incluyó tempranamente el desarrollo científico en su proyecto y, tras más de sesenta años de impulso a la ciencia y su institucionalidad, Cuba exhibe resultados que le han permitido ubicarse a nivel mundial en un lugar destacado en campos específicos como los vinculados a la biotecnología y la salud. En las actuales condiciones, la institucionalidad de la ciencia cubana debe superar las estructuras verticales que tuvieron su papel en el pasado, pero que hoy devienen anquilosantes mecanismos que frenan las sinergias entre los componentes diversos del sistema y con mucha frecuencia entorpecen la toma de decisiones estratégicas.

El nuevo modelo de gestión de gobierno orientado a la innovación marcha hacia un enfoque integrado de las políticas. Dentro de esa concepción se impulsan nuevas visiones de la política científica y se precisa su marco regulatorio. En un lapso prudencial, pero breve, se deberán revisar y evaluar los resultados, teniendo en cuenta la necesidad de potenciar otras áreas de la ciencia que, junto a la biotecnología, puedan diversificar

las oportunidades de Cuba en el ámbito científico internacional. Solo con la interconexión entre el capital humano, los recursos tecnológicos y las formas de organización horizontal se podrá aspirar a la inserción de la ciencia en la economía cubana y, a su vez, en la dimensión internacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, R., García, D., Izquierdo, L., Fariñas, L. (16 de noviembre del 2021). BioCubafarma: Las claves para una exitosa gestión de la innovación, *Cubadebate*. <http://www.cubadebate.cu/noticias/2021/11/16/biocubafarma-las-claves-para-una-exitosa-gestion-de-la-innovacion/>
- Banco Central de Cuba (2021). Estudio económico de Cuba. <https://www.bc.gob.cu/noticia/estudio-economico-de-cuba-2021-i/1289>
- BioCubaFarma (23 de junio de 2021). Quiénes somos. <https://www.biocubafarma.cu/>
- Cuevas, N. A., y Chávez, M. G. (2021). Desarrollo de vacunas biotecnológicas en Cuba y Argentina. *Ciencia, Tecnología y Política*, 4 (7) e065. <https://doi.org/10.24215/26183188e065>
- Castellanos, S. L., Rodríguez, C., y Valdés, P. (2018). La ciencia cubana a través de sus publicaciones en revistas arbitradas. *Temas. Cultura, ideología y sociedad*, 93-94 (1), 11-18. <http://temas.cult.cu/articulos-academicos/la-ciencia-cubana-a-traves-de-sus-publicaciones-en-revistas-arbitradas/>
- Castro, F. (1993). *La Historia me Absolverá*. Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado.
- CEPAL (2020). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe: principales condicionantes de las políticas fiscal y monetaria en la era postpandemia de COVID-19*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46070-estudio-economico-america-latina-caribe-2020-principales-condicionantes>
- Díaz-Canel, M. M., y Delgado, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: contexto y caracterización del modelo. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 6-16. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1892>
- Fariñas, L., y Vázquez, M. (22 de febrero de 2020). Defender la eficiencia es la mejor manera de pensar y actuar para Cuba. *Cubadebate*. <http://www.cubadebate.cu/noticias/2020/02/22/analiza-biocubafarma-trabajo-en-2019-y-proyecciones-de-2020-en-presencia-de-diaz-canel/>
- García, E., y Lezcano, I. (2016). Estudios de prospectiva cubanos (2004-2016). *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 6(2). <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/345>
- Gamboa Y. D. Y., Lugo, M., García, A., y Domínguez, B. (2020). Retos y desafíos de la Biotecnología cubana en el enfrentamiento a la COVID-19. *INFODIR*, 16 (33), 1-18. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=9861>
- Grobart, F. (2017). La prospectiva científica y tecnológica en Cuba. Un recuento necesario de cara al futuro. *Revista Cubana de Economía Internacional*, 2, 107-134. <http://www.rcei.uh.cu/index.php/RCEI/article/download/78/79>
- Grupo para la implementación de la Agenda 2030 (2021). *Informe nacional voluntario Cuba*. [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/280872021\\_VNR\\_Report\\_Cuba.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/280872021_VNR_Report_Cuba.pdf)
- Guzmán, M. V., Piñón, M., Jiménez, J. L., Atenógenes, E., y Carrillo, H. (2016). Caracterización de la industria biofarmacéutica cubana a partir de las redes de colaboración. Congreso internacional de información. <https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/289/1/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20industria%20biofarmac%C3%A9utica%20cubana%20a%20partir%20de%20las%20redes%20de%20colaboraci%C3%B3n.pdf>
- Lage, A. (2018a). *La osadía de la ciencia*. Editorial Academia.
- Lage, A. (2018b). Doce verdades esenciales y urgentes sobre la ciencia en Cuba. *Temas. Cultura, ideología y sociedad*, 93-94(1), 68-78.
- López, M. P. (2020). Cooperación en biotecnología aplicada al desarrollo de vacunas y fármacos entre Argentina y Cuba (2009-2015). *Ciencia, Tecnología y Política*, 3(4), 038. <https://doi.org/10.24215/26183188e038>

- Martí, J. (1991). *Obras Completas*. Tomo 4. Editorial Ciencias Sociales.
- Martínez, E., Pérez, R., Herrera, L., Lage, A., y Castellanos, L. (2020). La industria biofarmacéutica cubana en el combate contra la pandemia de COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 10(2). <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/906>
- Mauri, M., y Romero I. (2013). Actuación estratégica para el sostenimiento del liderazgo de la industria biotecnológica de Cuba. *Biotecnología Aplicada*, 30(4), 299-304. <https://elfoscientia.cigb.edu.cu/PDFs/Biotecnol%20Apl/2013/30/4/BA003004EN299-304.pdf>
- Núñez, J. R. (2018). Conexión entre ciencia e innovación y los modelos de políticas. *Temas. Cultura, ideología y sociedad*, 93-94(1), 60- 67. <http://temas.cult.cu/articulos-academicos/conexion-entre-ciencia-e-innovacion-y-los-modelos-de-politicas/>
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (2016). Anuario Estadístico. <http://www.onei.gob.cu/node/13608>
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (2017). Anuario Estadístico. <http://www.onei.gob.cu/node/13606>
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (2018). Anuario Estadístico. <http://www.onei.gob.cu/node/13804>
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (2019). Anuario Estadístico. <http://www.onei.gob.cu/node/15006>
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (2020). Anuario Estadístico. <http://www.onei.gob.cu/node/16275>
- Oficina Nacional de Estadísticas de Cuba (2021). Anuario Estadístico. <http://www.onei.gob.cu/node/18491>
- Partido Comunista de Cuba (1975). *Plataforma Programática*. Editorial Ciencias Sociales.
- Pérez, H. C., Pérez, A., Alvear, D., y Quintero, G (2018). Las ciencias básicas en Cuba en el siglo XXI. *Temas. Cultura, ideología y sociedad*, 93-94(1), 19- 26. <http://temas.cult.cu/articulos-academicos/las-ciencias-basicas-en-cuba-en-el-siglo-xxi/>
- Prieto, M. (2020). La Constitución cubana de 2019: nuevos contenidos y necesidades. *Revista Universidad de La Habana*, 289(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-92762020000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-92762020000100003)
- Rodríguez, A., y Núñez, J. R. (2021). El Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación y la actualización del modelo de desarrollo económico de Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 7-19. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2138>

## NOTAS

- 1 Se consultaron los anuarios estadísticos de la República de Cuba generados por la Oficina Nacional de Estadísticas, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021.